



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 36 659 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 05 F 17/00**  
C 05 F 7/00

②① Aktenzeichen: P 44 36 659.0  
②② Anmeldetag: 13. 10. 94  
④③ Offenlegungstag: 27. 4. 95

DE 44 36 659 A 1

③⑦ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
22.10.93 AT 2147/93

⑦① Anmelder:  
Husz, Georg Stefan, Univ.Do. Dr., Wien, AT

⑦④ Vertreter:  
Feiler, L., Dr.rer.nat.; Hänzle, W., Dipl.-Ing.;  
Kottmann, D., Dipl.-Ing, Pat.-Anwälte, 81675  
München

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Verfahren zur Erzeugung von Erde

⑤⑦ Ein Verfahren zur Erzeugung von Erde vorbestimmter Eigenschaften aus einer aus Abfallstoffen und Zuschlagstoffen bestehenden Masse, insbesondere aus Klärschlamm, mit dem die Masse mikrobiologisch, biochemisch und physikochemisch umgewandelt wird, ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Eigenschaften der Erde eine Anzahl physikalischer und/oder chemischer und/oder mechanischer und/oder mikrobiologischer Kenngrößen ausgewählt und diesen Kenngrößen jeweils ein vorbestimmter Sollwert zugeordnet wird, daß die Abfall- und die Zuschlagstoffe jeweils einzeln gemäß diesen Kenngrößen sowie gemäß Kenngrößen der Umwandlung analysiert und die Istwerte aller Kenngrößen festgestellt werden, daß hierauf die Abfall- und Zuschlagstoffe mengenmäßig derart zur Masse gemischt werden, daß der Istwert der jeweiligen Kenngröße der Masse zumindest angenähert gleich ihrem Sollwert ist, und daß danach die Masse heißverrottet und anschließend vererdet wird.

DE 44 36 659 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Erde vorbestimmter Eigenschaften aus einer aus Abfallstoffen und Zuschlagstoffen bestehenden Masse, insbesondere aus Klärschlamm, wobei die Masse mikrobiologisch, biochemisch und physikochemisch umgewandelt wird.

Bei der Behandlung und Umwandlung von Abfallstoffen, vor allem Klärschlamm, besteht das Problem, daß der aerobe Umwandlungsprozeß abbaubarer organischer Substanzen durch die Lebensprozesse von Mikroorganismen nur phänologisch bekannt ist. Bislang werden meist durch Mischen der Abfallstoffe Massen hergestellt, die zum Abbau bzw. Umwandlung der organischen Stoffe führt, wobei Energie frei wird. Die entstehende Wärme erhöht die Temperatur in der Masse und tötet dabei krankheitserregende Keime, Viren, Parasiten, Wurmeier usw. ab. Ferner wird angenommen, daß die Temperaturschwankungen und die Entstehung antibiotisch wirkender organischer Zwischenstufen eine zusätzliche Hygienisierungswirkung ausüben. Nach Abklingen der Temperatur der Heißbrote wird das Endprodukt üblicherweise meist unspezifisch und ohne besondere Kenntnis seiner Zusammensetzung und Eigenschaften als Bodenverbesserungsmittel in der Landwirtschaft verwendet, weshalb der angestrebte Zweck der Bodenverbesserung bloß teilweise, in extremen Fällen sogar eine Verschlechterung, z. B. wegen Überdosierung erreicht wird.

Derartige Verfahren zur Behandlung von Abfallstoffen, insbesondere Klärschlamm, sind z. B. aus der AT-PS 381 690, CH-PS 621 318, den DD-PSen 1 32 858 und 156 475, den DE-OSen 2 452 316, 3 312 145, 3 508 728, DE-PSen 34 40 754 und 3 531 784, der US-PS 4 392 881 sowie den EP-OSen 251 221, 302 179 und 409 367 bekannt.

Ziel der Erfindung ist die Beseitigung der aufgezeigten Probleme sowie der mit bekannten Verfahren erhaltenen Zufallsprodukte und die Schaffung eines Verfahrens zur Erzeugung von Erde vorbestimmter Eigenschaften aus einer aus Abfallstoffen und Zuschlagstoffen bestehenden Masse, insbesondere aus Klärschlamm, mit welchem Verfahren in gezielter und gesteuerter Weise Erde mit vorbestimmten Eigenschaften hergestellt wird.

Das gesteckte Ziel wird mit einem Verfahren der eingangs angegebenen Art dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß zur Bestimmung der Eigenschaften der Erde eine Anzahl physikalischer und/ oder chemischer und/ oder mechanischer und/ oder mikrobiologischer Kenngrößen ausgewählt und diesen Kenngrößen jeweils ein vorbestimmter Sollwert zugeordnet wird, daß die Abfall- und die Zuschlagstoffe jeweils einzeln gemäß diesen Kenngrößen sowie gemäß Kenngrößen der Umwandlung analysiert und die Istwerte aller Kenngrößen festgestellt werden, daß hierauf die Abfall- und Zuschlagstoffe mengenmäßig derart zur Masse gemischt werden, daß der Istwert der jeweiligen Kenngröße der Masse angenähert gleich ihrem Sollwert ist, und daß danach die Masse heißverrottet und anschließend vererdet wird.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die Angleichung der Sollwerte an die Istwerte durch Verdünnen oder Verdicken der Masse durchgeführt werden.

Weiters ist vorteilhaft, wenn die Masse vor und gegebenenfalls während der Vererdung physikalisch und/

oder chemisch und/ oder mechanisch und/ oder mikrobiologisch behandelt wird.

Als günstig hat sich erwiesen, wenn der Masse während der Heißverrottung Sauerstoff zugeführt wird.

Ferner kann die Masse während der Heißverrottung auf einer Temperatur von etwa 50 bis 65°C gehalten werden.

Schließlich kann während der Heißverrottung wenigstens die Temperatur, der Sauerstoff-, Stickstoff-, Kohlendioxid-, Methan- und Ammoniakgehalt überwacht und gegebenenfalls gesteuert werden.

Zur Herstellung von Erde mit vorbestimmten Eigenschaften ist zunächst zu definieren, was unter Erde zu verstehen ist. Im Rahmen der Erfindung wird Erde folgendermaßen definiert:

Erde ist ein belebtes, organisch-mineralogisches Material bzw. polydisperses System, das sich in wesentlichen Merkmalen von natürlich entstandenen Böden nicht unterscheidet.

Im Rahmen der Erfindung sind als Abfallstoffe anorganische Stoffe, wie Sande, Lehme, Tone, Zeolite, Abfälle aus Schotterwerken od. dgl., sowohl silikatischen als auch karbonatischen Ursprungs, Bauschutt, Abfälle aus Entstaubungsanlagen, Industrierückstände, wie Gips, Kalk, Asche, Filterkuchen, Schlämme, sowie organische oder organostoffhaltige Stoffe vorgesehen, wie Abfälle und Naturprodukte, wie Stroh, Ernterückstände, Gras- und Strauchschnitt, Rinde, Sägespäne, Holzhäcksel, Stallmist, Gülle, Papierabfälle, Klärschlämme oder organische Industrieschlämme.

Die Erfindung bietet weiters die Möglichkeit, auch Problemstoffe, wie kontaminierten Bauaushub, Fluß- und Seesedimente, imprägniertes Altbauholz od. dgl. zu verwerten.

Als Zuschlagstoffe kommen unter anderem Nährstoffkombinationen für Mikroorganismen und Pflanzen, Aschen, Kalke, Naturgips, Kieserit, Apatit, Kalifeldspat und Dolomit in Frage.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispiels näher erläutert.

Zur Bestimmung der Eigenschaften der Erde werden zumindest einige der folgenden Kenngrößen ausgewählt:

- Bindigkeits-Schwere
- el. Leitfähigkeit
- Kalkgehalt
- Wassergehalt
- pH-H<sub>2</sub>O-Reaktion
- pH-KCl-Reaktion
- Austauschkapazität
- Basensättigung
- aktiver T-Anteil
- Ca-Anteil
- Mg-Anteil
- K-Anteil
- Na-Anteil
- NH<sub>4</sub>-Anteil
- H<sup>+</sup>-Anteil
- Al<sub>3</sub><sup>+</sup>-Anteil
- potentieller Säureanteil
- Abbau organischer Substanzen
- Gesamt-Kohlenstoff
- Gesamt-Stickstoff
- Organischer Stickstoff
- Mineralischer Stickstoff
- wasserlöslicher Stickstoff
- pflanzlich verfügbarer Stickstoff

nachlieferbarer Stickstoff  
C/N-Verhältnis  
Humusqualität  
biologische Aktivität  
rel. H<sub>2</sub>O-Kapazität  
H<sub>2</sub>O-Speicherkapazität  
Prod. Grenze  
Durchlaßgrenze  
Glühverlust  
Verdichtungsgefahr

Außerdem werden noch Verfahrens-Kenngrößen der Umwandlung ausgewählt, wie Temperatur, Wassergehalt, Gaszusammensetzung (Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid, Methan, Schwefelwasserstoff), Wachstum und Absterben der Mikroorganismen.

All diesen Kenngrößen wird jeweils ein Sollwert zugeordnet, der durch Analyse natürlicher Erde ermittelt worden ist. In der Folge bietet die Erfindung den bedeutsamen Vorteil, daß für verschiedene Landschaftsgebiete, in denen es bekanntlich Erden mit unterschiedlichen Eigenschaften gibt, gezielt Erde herzustellen, deren Eigenschaften praktisch dieselben wie die dieser natürlichen Erde sind.

Sodann werden die verschiedenen Abfallstoffe, die in der Praxis in verschiedenen Gemischen vorhanden sind, gemäß diesen Kenngrößen analysiert und bei dieser Analyse die Istwerte ermittelt. Desgleichen werden die verschiedenen Zuschlagstoffe gemäß diesen Kenngrößen analysiert und deren Istwerte festgestellt.

Anhand der vorgegebenen Soll- und der ermittelten Istwerte werden nun die Abfall- und Zuschlagstoffe mengenmäßig derart zu einer Masse gemischt, daß deren Istwerte der jeweiligen Kenngrößen zumindest annähernd den Sollwerten entsprechen bzw. daß die Differenzen zwischen den jeweiligen Soll- und Istwerten auf Minimum, im Idealfall auf Null verringert sind.

Die Ermittlung bzw. Berechnung der Ist- und Sollwerte, ihrer Differenzen und zur Minimierung erfolgt zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Computerprogrammes.

Die solcherart erhaltene Masse wird auf Mieten oder in Trommeln heißverrottet, wodurch die Masse unter Beteiligung der Mikroorganismen und Sauerstoffzufuhr umgewandelt wird. Bei einer Alternative der Erfindung werden die Mieten mit einem geruchsbindenden Material abgedeckt, um sie geruchsfrei zu halten und gegen Niederschläge zu schützen. Dabei werden andauernd die Kenngrößen der Umwandlung kontrolliert und gegebenenfalls gesteuert. Insbesondere ist die Einhaltung der Rottemperatur von Bedeutung, die 50 bis 65°C betragen soll. Weiters werden zweckmäßigerweise Belüftung, Feuchtigkeit und Nährstoffzufuhr kontrolliert und gesteuert.

Das Abdeckmaterial sollte mindestens 10cm dick und gleichmäßig verteilt sein. Zu seiner vollen Wirksamkeit darf es nicht austrocknen. Die in der Miete auftretende warme, kohlendioxid- und wasserdampfreiche Luft kühlt sich im Abdeckmaterial ab, wodurch das Wasser teilweise kondensiert, so daß eine Selbstbefeuchtungswirkung erzielt wird. Außerdem wird die Ausgasung von Ammoniak und stark riechenden alkalischen Gasen verhindert.

Im Endabschnitt der biologischen Stabilisierung des Rottemateriales gehen die mikrobiologischen, exothermen Reaktionen erheblich zurück, was bedeutet, daß die Temperatur höchstens etwa 40°C beträgt und die Kohlendioxidproduktion unterhalb bestimmter Grenzen

bleibt. Nun können der Masse weitere Zuschlagstoffe zur Förderung der Bodenorganismen und der Optimierung der Kombination der Istwerte der Kenngrößen zugeschlagen und eingemischt werden. Mit oder ohne dieser Maßnahme setzt der Vererdungsvorgang ein, wobei die Masse je nach Zustand ihrem Masse und ihrer vorgesehenen Verwendung hoch gestapelt oder flach ausgelegt wird. In letzterem Fall kann eine Bepflanzung günstige Wirkungen zeitigen. Die Hohlraumverteilung in der Masse sollte derart sein, daß ein Gesamtporenvolumen von mindestens 60% eingehalten wird und von diesem Gesamtvolumen 15 bis 20% gasgefüllt sind, wobei das restliche Volumen kann wassergefüllt sein. Bei einer solchen Verteilung der festen, flüssigen und Gasphasen ist ein Wasseraustritt nicht möglich, wenn die wassergefüllten Hohlräume einen mittleren Kapillardurchmesser von höchstens etwa 0,5 mm aufweisen. Zugleich wird durch die gasgefüllten Hohlräume ein Gasaustausch mit der Atmosphäre ermöglicht.

Versuche haben ergeben, daß nach etwa ein bis sechs Monaten die Masse in ein Endprodukt umgewandelt worden ist, das als Erde mit den anfänglich vorbestimmten Eigenschaften anzusehen ist, welche vom Verwendungszweck bzw. zukünftigen Standort abhängen.

Die Erfindung schafft somit ein Verfahren zur Herstellung von Erde mit vorbestimmten Eigenschaften durch Umwandlung von aus Abfall- und Zuschlagstoffen bestehenden Masse mit Hilfe von Mikroorganismen, wobei die Vorgänge in der Masse in kontrollierter und gesteuerter Weise ablaufen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Erde vorbestimmter Eigenschaften aus einer aus Abfallstoffen und Zuschlagstoffen bestehenden Masse, insbesondere aus Klärschlamm, wobei die Masse mikrobiologisch, biochemisch und physikochemisch umgewandelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Eigenschaften der Erde eine Anzahl physikalischer und/oder chemischer und/oder mechanischer und/oder mikrobiologischer Kenngrößen ausgewählt und diesen Kenngrößen jeweils ein vorbestimmter Sollwert zugeordnet wird, daß die Abfall- und die Zuschlagstoffe jeweils einzeln gemäß diesen Kenngrößen sowie gemäß Kenngrößen der Umwandlung analysiert und die Istwerte aller Kenngrößen festgestellt werden, daß hierauf die Abfall- und Zuschlagstoffe mengenmäßig derart zur Masse gemischt werden, daß der Istwert der jeweiligen Kenngröße der Masse zumindest annähernd gleich ihrem Sollwert ist, und daß danach die Masse heißverrottet und anschließend vererdet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Angleichung der Sollwerte an die Istwerte durch Verdünnen oder Verdicken der Masse durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse vor und gegebenenfalls während der Vererdung physikalisch und/oder chemisch und/oder mechanisch und/oder mikrobiologisch behandelt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Masse während der Heißverrottung Sauerstoff zugeführt wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse während der Heiß-

verrottung auf einer Temperatur von etwa 50 bis 65°C gehalten wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß während der Heißverrottung wenigstens die Temperatur, der Sauerstoff-, Stickstoff-, Kohlendioxid-, Methan- und Ammoniakgehalt überwacht und gegebenenfalls gesteuert werden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65